

LHDにおけるHIBPの密度揺動計測の経路積分効果 The path integral effect of HIBP diagnostics in the LHD

清水昭博¹、井戸毅^{1,2}、中野治久¹、西浦正樹³、加藤眞治¹、LHD実験グループ
A. Shimizu¹, T. Ido^{1,2}, H. Nakano¹, M. Nishiura³, S. Katoh¹, LHD Experiment Group

¹核融合科学研究所、²名古屋大学、³東京大学
¹NIFS, ²Nagoya Univ., ³The Univ. of Tokyo

重イオンビームプローブ(HIBP)は、密度揺動を電位揺動に加えて同時に計測することができる。HIBPは、プローブビームを入射し(一次ビームと呼ぶ)、プラズマ中で衝突により電荷が増大したビーム(二次ビームと呼ぶ)を、プラズマの外で観測する計測器である。一次ビームと二次ビームのエネルギー差が、プラズマ中の電位となる。そして、観測される二次ビームの電流がプラズマ中の密度の情報を有する。しかしながら、二次ビームの電流は、観測点における密度の他に、ビーム経路上における減衰にも依存する。この効果を”経路積分効果”と呼ぶ。

経路積分効果の大きさは、プラズマの密度や揺動の相関長等に依存するため、HIBPの計測データから実際の密度揺動を得るには注意が必要である。本発表では、大型ヘリカル装置(LHD)におけるHIBPにおいて、ビーム軌道計算を行い、経路積分効果がどの程度の大きさになるかを見積もった。図1に検討結果を示す。トロイダルモード数 n を0、ポロイダルモード数 m を0,1と変えた時の規格化された密度揺動分布の仮定値(赤色)と計測値(青色)のシミュレーション結果を示す。この時、線平均密度は $0.5 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ 、ビームエネルギーは1.134 MeV、ビーム種は金と仮定した。図から分かるように、 $m=0$ の時は、揺動ピーク値で若干計測強度が下がるが、その影響は軽微であり分布の形状としては大きな影響が無いことが分かる。更に、 $m=1$ 以上では、ほとんど影響は無い。このため、文献1,2に示すような高エネルギー粒子駆動の測地線音響モード(EGAM)が発生する低密度 $\sim 0.1 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ では、経路積分効果はほとんど問題ないことが予想される。但し、高密度では影響は無視できないと考えられ、検討結果の詳細について本発表で報告する。

- [1] T. Ido, K. Itoh, M. Osakabe, M. Lesur, A. Shimizu *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **116**, 015002 (2016).
[2] T. Ido, M. Osakabe, A. Shimizu, T. Watari, M. Nishiura *et al.*, *Nucl. Fusion* **55**, 083024 (2015).

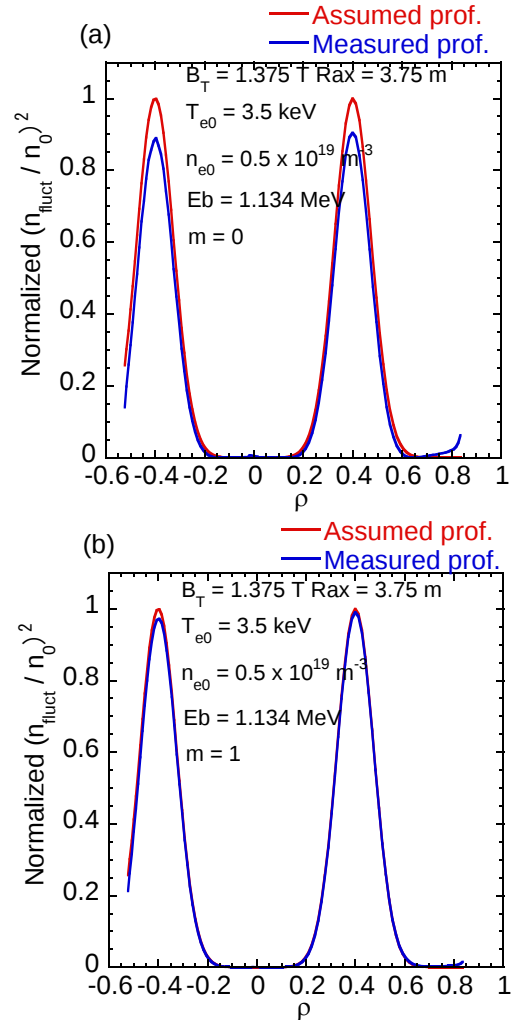


図 LHD-HIBP における密度揺動計測における”経路積分効果”の軌道計算による見積もりの結果を示す。揺動のモード数について、(a)は $n/m=0/0$ 、(b)は $n/m=0/1$ を仮定した。